Æ20401
5.8 GHz Frequenzzähler / Power Meter

Aufbau- / Bedienungsanleitung

REV 3.1 DE

© 2015 Ascel Electronic

Inhaltsverzeichnis

Sicherheitshinweise.....ii
Weitergabe eines aus einem Bausatz entstandenen Gerätes.....v
Bestimmungsgemäße Verwendung.....v
ESD-Hinweise.....vi
AE20401 5.8 GHz Frequenzzähler / Power Meter.....1
Schaltungsbeschreibung.....2
Lötanleitung.....4
Hinweise zu Bauelementen.....6
Aufbau.....14
Abgleich.....18
Checkliste zur Fehlersuche.....20
Spannungsversorgung.....22
Einbau ins Gehäuse.....23
Bedienung.....25
Schaltplan.....44
Stückliste.....46
Bestückungsplan.....49
Dateninterface.....50
Technische Daten.....53

Wichtiger Hinweis!

Bitte lesen Sie diese Anleitung komplett durch, bevor Sie diesen Bausatz in Betrieb nehmen. Bewahren Sie diese Anleitung an einem für alle Benutzer jederzeit zugänglichen Platz auf.

Sicherheitshinweise

Bei allen Geräten, die zu ihrem Betrieb eine elektrische Spannung benötigen, müssen die gültigen VDE-Vorschriften beachtet werden. Besonders relevant sind in diesem Fall die VDE-Richtlinien VDE 0100, VDE 0550/0551, VDE 0700, VDE 0711 und VDE 0860. Bitte beachten Sie auch nachfolgende Sicherheitshinweise:

• Vor Öffnen eines Gerätes stets den Netzstecker ziehen oder sicherstellen, dass das Gerät stromlos ist.

• Werkzeuge dürfen an Geräten, Bauteilen oder Baugruppen nur benutzt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Geräte von der Versorgungsspannung getrennt sind und elektrische Ladungen, die in den im Gerät befindlichen Bauteilen gespeichert sind, vorher entladen wurden.

• Beim Umgang mit Produkten, die mit elektrischer Spannung in Berührung kommen, müssen die gültigen VDE-Vorschriften beachtet werden.

• Bauteile, Baugruppen oder Geräte dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn sie vorher berührungssicher in ein Gehäuse eingebaut wurden. Während des Einbaus müssen diese vom Stromnetz getrennt sein.

• Spannungsführende Kabel oder Leitungen, mit denen das Gerät, das Bauteil oder die Baugruppe verbunden ist, müssen stets auf Isolationsfehler oder Bruchstellen untersucht werden. Bei Feststellen eines Fehlers in der Zuleitung muss das Gerät unverzüglich aus dem Betrieb genommen werden, bis die defekte Leitung ausgewechselt worden ist.

• Wenn aus einer vorliegenden Beschreibung für den nichtgewerblichen Endverbraucher nicht eindeutig hervorgeht, welche elektrischen Kennwerte für ein Bauteil oder eine Baugruppe gelten, wie eine externe Beschaltung durchzuführen ist oder welche externen Bauteile oder Zusatzgeräte angeschlossen werden dürfen und welche Anschlusswerte diese externen Komponenten haben dürfen, so muss stets ein Fachmann um Auskunft ersucht werden.

• Es ist vor der Inbetriebnahme eines Gerätes generell zu prüfen, ob dieses Gerät oder Baugruppe grundsätzlich für den Anwendungsfall, für den es verwendet werden soll, geeignet ist! Im Zweifelsfalle sind unbedingt Rückfragen bei Fachleuten, Sachverständigen oder den Herstellern der verwendeten Baugruppen notwendig!

• Bitte beachten Sie, dass Bedien- und Anschlussfehler außerhalb unseres Einflussbereiches liegen. Verständlicherweise können wir für Schäden, die daraus entstehen, keinerlei Haftung übernehmen.

• Alle Verdrahtungsarbeiten dürfen nur im spannungslosen Zustand ausgeführt werden.

• Geräte, die mit einer Versorgungsspannung größer als 24V betrieben werden, dürfen nur von einer fachkundigen Person angeschlossen werden.

• In Schulen, Ausbildungseinrichtungen, Hobby- und Selbsthilfewerkstätten ist das Betreiben von Baugruppen durch geschultes Personal verantwortlich zu überwachen.

• Betreiben Sie die Baugruppe nicht in einer Umgebung, in welcher brennbare Gase, Dämpfe oder Stäube vorhanden sind oder vorhanden sein können.

• Falls das Gerät repariert werden muss, dürfen nur Original-Ersatzteile verwendet werden! Die Verwendung abweichender Ersatzteile kann zu Sach- und Personenschäden führen! Eine Reparatur des Gerätes darf nur vom Elektrofachmann durchgeführt werden!

• Baugruppen und Bauteile gehören nicht in Kinderhände!

• Bei Einsatz von Bauelementen oder Baugruppen muss stets auf die strikte Einhaltung der in der zugehörigen Beschreibung genannten Kenndaten für elektrische Größen hingewiesen werden.

Weitergabe eines aus einem Bausatz entstandenen Gerätes

Derjenige, der das aus einem Bausatz entstandene fertige Gerät weitergibt, ist als Hersteller anzusehen. Hiermit liegt die Verantwortung bezüglich der Gerätesicherheit, der elektromagnetischen Verträglichkeit und weiterer für dieses Gerät geltender Richtlinien bei demjenigen, der den Bausatz aufbaut. Er ist somit verpflichtet, alle dem Bausatz des Gerätes beiliegenden Begleitpapiere, wie Bauanleitung, Bedienungsanleitung sowie die Konformitätserklärung/en dem fertigen Gerät beizulegen. Als Hersteller des Gerätes muss er zusätzlich seine Identität angeben.

Bestimmungsgemäße Verwendung

Die bestimmungsgemäße Verwendung des Geräts ist die Messung von Frequenzen / Leistung innerhalb der angegebenen Grenzwerte.

• Ein anderer Einsatz als angegeben ist nicht zulässig!

ESD-Hinweise

Was ist ESD?

Gefahrenzeichen für ESD-gefährdete Bauteile

ESD (*ElectroStatic Discharge, elektrostatische Entladung*) bezeichnet die Entladung (durch Durchschlag oder Funke) einer großen Potenzialdifferenz, die einen kurzen, sehr hohen Stromimpuls verursacht.

Wie entsteht die Aufladung?

Meist entsteht die elektrostatische Aufladung durch Reibungselektrizität, z.B. beim Laufen über einen Teppich. Dabei kann sich ein Mensch auf über 50.000 Volt aufladen! Auch das Sitzen auf einem Stuhl kann schon Aufladung verursachen, ebenso Kunststoffgriffe von nicht ESD-gerechtem Werkzeug.

Worin besteht die Gefahr?

Durch die sehr hohe Spannung können Bauelemente, insbesondere ICs und Feldeffekt-Transistoren, zerstört werden. **Dazu kann schon ein kurzes Berühren ausreichen.**

Was kann man dagegen tun?

Erden Sie sich, bevor Sie mit Bauelementen oder bestückten Platinen arbeiten. Eine geerdete ESD-Arbeitsmatte und ein ESD-Armband sind sehr empfehlenswert, um Schäden durch unbeabsichtigte elektrostatische Aufladung zu vermeiden. Ein Lötkolben mit geerdeter Lötspitze ist sehr wichtig!

AE20401 5.8 GHz Frequenzzähler / Power Meter

Der AE20401 vereint in sich drei verschiedene Funktionen:

- Einen Frequenzzähler, der dank reziproker Zählalgorithmen von mHz-Auflösung bei kleinen Frequenzen bis zu (mit optionalem Modul Kanal B) 5.8 GHz messen kann

- Einen Impulszähler (Kanal C)

- Sowie ein DC bis 500 MHz / 10 MHz bis 8 GHz Leistungsmesser (optionale Module Kanal PWR), welches (HF-)Leistung von -55 dBm (3 nW) bis +30 dBm (1 W) / -5 dBm (0.3 mW) messen kann, externe Dämpfungsglieder können direkt verrechnet werden.

Es können Frequenz/Periode (Kanäle A/B) sowie Drehzahl (Kanal A) gemessen werden. Die Anzahl der Impulse pro Umdrehung ist einstellbar. Offset- und Smooth-Funktion sowie wählbare Triggerflanke erweitern die Einsatzmöglichkeiten.

Die optionale USB-Schnittstelle ermöglicht die Steuerung sowie das Auslesen der Messwerte durch die mitgelieferte Software. Durch das einfache Übertragungsformat können leicht eigene Anwendungen auf die Daten zugreifen. Sämtliche Funktionen des Gerätes können dadurch gesteuert werden.

Der Bausatz ist durch die komplett vormontierten SMD-Komponenten (Surface Mounted Device, Oberflächenmontage) sowie die ausführliche Löt- und Aufbauanleitung auch für Elektronik-Anfänger geeignet.

Bitte lesen Sie diese Anleitung vor dem Aufbau sorgfältig und bewahren Sie sie zur späteren Ansicht auf.

Schaltungsbeschreibung

Den Schaltplan des AE20401 kann man in verschiedene Teile unterteilen, die hier nacheinander beschrieben werden.

Der digitale Teil basiert auf dem Mikrocontroller IC1, der sämtliche Funktionen steuert, die Berechnung der Messwerte übernimmt sowie das LC-Display ansteuert. Für die USB-Anbindung bei der USB-Option ist der UART-USB FT230X (IC5) zuständig, IC8 ist die 2.5V Referenz für den AD-Wandler, der das analoge Signal des Leistungsmesser-Moduls in ein digitales Signal wandelt.

Der Spannungsregler IC4 versorgt sämtliche Komponenten mit einer stabilisierten Spannung von 5V. D1 schützt die Schaltung vor dem Verpolen der Eingangsspannung, diverse Entkopplungskondensatoren befinden sich neben allen ICs. Die Module verfügen über eine eigene Spannungsregelung direkt auf der jeweiligen Platine sowie eigene Entkopplung.

Das Signal vom Kanal A wird zuerst vom DC-Anteil entkoppelt und zum Eingangsverstärker geführt, wo zunächst eine Impedanzanpassung auf 1 MΩ und die Begrenzung (bei Überspannung) durch D2/D3 erfolgt, danach kann das Signal mit P1* abgeschwächt werden. Das so aufbereitete Signal wird nun durch einen Komparator (IC6) mit Hysterese mit einer zuvor eingestellten Spannung (siehe Abgleich) verglichen.

Im Ergebnis steht ein Rechtecksignal mit 5V Amplitude zur Verfügung, welches nun von den digitalen ICs weiterverarbeitet werden kann. Sowohl dieses, als auch das bereits im Modul "Kanal B" um 500 geteilte Signal werden durch einen Highspeed Flip-Flop (IC2) um je 2 weiter geteilt, das Signal vom Eingangsverstärker weiter um 8 durch IC3

(4bit Counter).

Alle diese Signale werden nun auf den Multiplexer IC7 geführt, wo damit drei verschiedene Signale bereitstehen: vom Kanal A das Ausgangssignal des Komparators und das durch 16 geteilte Signal, sowie das durch 1000 geteilte Signal vom Kanal B.

Je nach Kanal und Messmodus wählt der Controller eins dieser Signale aus, das dann gezählt und weiterverarbeitet wird.

Das analoge Ausgangssignal des Kanals Leistungsmesser wird auf den AD-Wandler des Controllers geführt, wo es dann weiterverarbeitet wird.

Da das Modul "Kanal B" intern mit 3.3V arbeitet, müssen die Steuersignale durch die Widerstände R17/R19, R23/R20 und R22/R21 von 5V auf 3.3V reduziert werden.

D4/D5 sorgen zusammen mit R15 für einen Überspannungsschutz des EXT-Eingangs.

Das separat eingezeichnete CLK-Footprint kann entweder einen Standard-Quarzoszillator aufnehmen oder das optionale 1ppm TCXO Oszillatormodul.

R2 ist als hochbelastbarer Widerstand ausgeführt, um kurzfristige Überschreitungen der max. Eingangsspannung an Kanal A ohne Schäden überstehen zu können, trotzdem sollten die angegebenen Grenzen immer beachtet werden!

Lötanleitung

Wenn Sie im Löten noch nicht so viel Erfahrung haben, lesen Sie bitte zuerst diese Lötanleitung, bevor Sie zum Lötkolben greifen. Löten ist Übungssache! Üben Sie an einer alten Platine, um Ihre Lötfähigkeiten zu verbessern.

• Verwenden Sie beim Löten von elektronischen Schaltungen grundsätzlich nie Lötwasser oder Lötfett. Diese enthalten eine Säure, die Bauteile und Leiterbahnen zerstört.

• Die Lötung selbst soll zügig vorgenommen werden, denn durch zu langes Löten werden Bauteile zerstört. Ebenso führt es zum Ablösen der Lötaugen oder Kupferbahnen.

• Die Bauteile werden auf die Seite eingesteckt, auf der sich der Beschriftungsdruck mit den Namen der Bauteile befindet. **Ausnahme: Bauteile mit einem Stern (*) im Namen werden auf die andere Seite gelötet!**

• Zum Löten wird die gut verzinnte Lötspitze so auf die Lötstelle gehalten, dass zugleich Bauteildraht und Leiterbahn berührt werden.

Gleichzeitig wird (nicht zu viel) Lötzinn zugeführt, das mit aufgeheizt wird. Sobald das Lötzinn zu fließen beginnt, nehmen Sie es von der Lötstelle fort. Dann warten Sie noch einen Augenblick, bis das zurückgebliebene Lot gut verlaufen ist, und nehmen dann den Lötkolben von der Lötstelle ab.

• Achten Sie darauf, dass das soeben gelötete Bauteil, nachdem Sie den Kolben abgenommen haben, ca. 5 Sek. nicht bewegt wird. Zurück bleibt eine silbrig glänzende, einwandfreie Lötstelle (bei Verwendung von bleihaltigem Lötzinn). Ist die Lötstelle matt, erhitzen Sie sie noch einmal kurz, bis das Lot fließt. Danach sollte die Lötstelle glänzen.

• Voraussetzung für eine einwandfreie Lötstelle und gutes Löten ist eine saubere, nicht oxidierte Lötspitze. Mit einer schmutzigen Lötspitze ist es unmöglich, sauber zu löten. Nehmen Sie daher nach jedem Löten überflüssiges Lötzinn und Schmutz mit einem feuchten Schwamm oder einem Lötspitzen-Abstreifer ab.

• Nach dem Löten werden die Anschlussdrähte direkt über der Lötstelle mit einem Seitenschneider abgeschnitten.

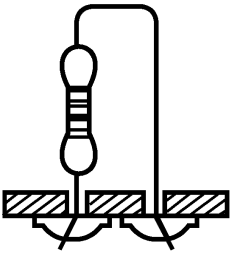
• Beim Einlöten von Halbleitern, LEDs und ICs ist besonders darauf zu achten, dass eine Lötzeit von ca. 5 Sek. nicht überschritten wird, da sonst das Bauteil Schaden nehmen kann. Ebenso ist bei diesen Bauteilen auf richtige Polung zu achten.

• Nach dem Bestücken kontrollieren Sie grundsätzlich jede Schaltung noch einmal darauf hin, ob alle Bauteile richtig eingesetzt und gepolt sind. Prüfen Sie auch, ob nicht versehentlich Anschlüsse oder Leiterbahnen mit Zinn überbrückt wurden. Das kann nicht nur zur Fehlfunktion, sondern auch zur Zerstörung von Bauteilen führen.

Hinweise zu Bauelementen

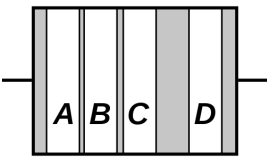
1 Widerstände

Um einen platzsparenden Aufbau zu ermöglichen, werden die Widerstände stehend eingebaut. Zuerst werden die Anschlussdrähte entsprechende abgebogen und in die vorgesehenen Bohrungen (lt. Bestückungsplan) gesteckt. Damit die Bauteile beim Umdrehen der Platine nicht herausfallen können, biegen Sie die Anschlussdrähte der Widerstände leicht auseinander, und verlöten diese dann sorgfältig mit den Leiterbahnen auf der Rückseite der Platine. Anschließend werden die überstehenden Drähte abgeschnitten.

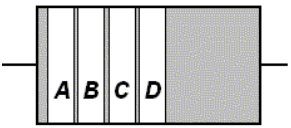


Der Widerstandswert wird durch Farbringe angegeben. Es gibt Farbcodes mit vier, fünf oder sechs Ringen. Bei vier Ringen geben die ersten beiden Ringe die Zahlenwerte an (siehe Tabelle unten), der dritte Ring gibt den Multiplikator und der Vierte die Toleranzklasse an. Bei fünf Ringen geben die ersten drei Ringe den Zahlenwert an, der vierte Ring ist der Multiplikator und der fünfte Ring die Toleranzklasse. Bei sechs Ringen gibt der sechste Ring den Temperaturkoeffizienten an.

Die Ableserichtung ergibt sich folgendermaßen:



Typ A



Typ B

Farbtabelle:

Farbe	Ziffer	Multiplikator	Toleranz ± in %
Ohne	-	-	20
Silber	-	10^{-2}	10
Gold	-	10^{-1}	5
Schwarz	0	10^{0}	-
Braun	1	10^{1}	1
Rot	2	10^{2}	2
Orange	3	10^{3}	-
Gelb	4	10^{4}	-
Grün	5	10^{5}	0,5
Blau	6	10^{6}	0,25
Violett	7	10^{7}	0,1
Grau	8	10^{8}	0,05
Weiß	9	10^{9}	-

2 Kondensatoren / ELKOs

Stecken Sie die Kondensatoren in die entsprechend gekennzeichneten Bohrungen, biegen Sie die Drähte etwas auseinander und verlöten diese sauber mit den Leiterbahnen. **Bei den Elektrolyt-Kondensatoren (Elkos) ist auf richtige Polarität zu achten (+ -).**

Je nach Fabrikat weisen Elektrolyt-Kondensatoren verschiedene Polaritätskennzeichnungen auf. Einige Hersteller kennzeichnen „+“, andere aber „-“. Maßgeblich ist die Polaritätsangabe, die vom Hersteller auf den Elkos aufgedruckt ist. Die Markierung weist auf einen Pol hin, die Polarität ist innerhalb der Markierung aufgedruckt.

Kennzeichnung von Kapazitäten

Ein dreistelliger Zahlenaufdruck ohne Buchstaben gibt die Kapazität in Picofarad an, wobei die ersten beiden Zahlen den Wert, die Dritte die Zehnerpotenz des Multiplikators beschreibt (105 wird damit zu $10*10^5$ pF = 1µF). Ein- und zweistellige Zahlen ohne Buchstaben geben die Kapazität in pF an. Ein 1- bis 3-stelliger Zahlenaufdruck mit einem kleinen n gibt die Kapazität in Nanofarad an. Dabei wird 3n9 zu 3,9 nF.

Großbuchstaben geben die Toleranz nach folgender Tabelle an:

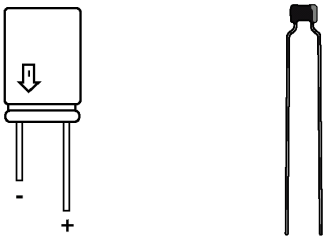
B	C	D	F	G	H
±0,1pF	±0,25pF	±0,5pF	±1%	±2%	±2,5%

J	K	M	S	Z	P
±5%	±10	±20	+50% -20%	+ 80% - 20%	0% -10%

Die Zahl dahinter die Spannungsfestigkeit.

Manchmal findet sich eine Angabe wie 0.5, sie gibt die Kapazität in µF an.

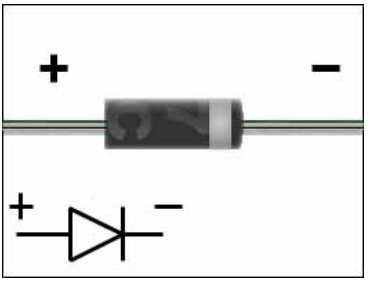
Elektrolyt-Kondensatoren sind üblicherweise mit der Kapazität in µF gekennzeichnet. Dabei ist µ33: 0,33 µF, 3µ3: 3,3µF und 33µ: 33µF.



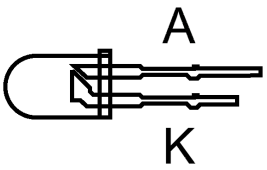
3 Dioden

Achten Sie bei Dioden unbedingt darauf, dass sie richtig gepolt (Lage des Kathodenstriches) eingebaut sind. Der umlaufende Ring kennzeichnet die Kathode (negativer Pol).

Damit das Bauteil beim Umdrehen der Platine nicht herausfallen kann, biegen Sie die Anschlussdrähte der Diode ca. 45° auseinander, und verlöten diese bei kurzer Lötzeit mit den Leiterbahnen. Dann werden die überstehenden Drähte abgeschnitten.



4 Leuchtdioden (LEDs)

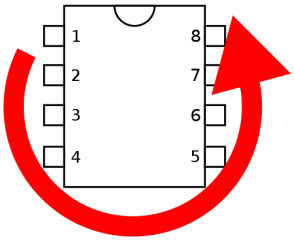


Löten Sie auch LEDs polungsrichtig ein. Die Kathoden der Leuchtdioden sind jeweils durch ein kürzeres Anschlussbeinchen gekennzeichnet. Betrachtet man eine Leuchtdiode gegen das Licht, so kann man die Kathode auch an der größeren Elektrode im Inneren der LED erkennen.

5 IC-Sockel / ICs

Bei Integrierten Schaltungen (ICs) ist die Polarität besonders wichtig, da sie durch Verpolung zerstört werden können! Die richtige Einbaulage geht aus dem Bestückungsdruck hervor. Achten Sie unbedingt darauf, dass die Einkerbung auf dem IC / Sockel mit der Markierung auf dem Bestückungsdruck übereinstimmt!

Bei ICs werden die Pin-Nummern ausgehend von der Einkerbung **gegen** die Uhrzeigerrichtung gezählt.



Hinweis: Beachten Sie auch unbedingt die ESD-Hinweise am Anfang dieser Anleitung! Durch falsche Handhabung können die Bauteile sonst zerstört werden!

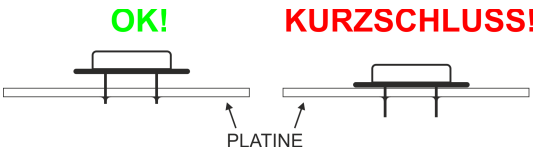
6 Transistoren

Auch Transistoren müssen unbedingt polungsrichtig eingebaut werden. Die richtige Lage geht aus dem Bestückungsdruck hervor. Die abgeflachte Seite des Gehäuses muss dabei mit dem Bestückungsdruck übereinstimmen. Die Anschlussbeine dürfen sich nicht kreuzen!

Hinweis: Insbesondere Feldeffekttransistoren (FETs) sind höchst empfindlich gegenüber statischer Elektrizität.

7 Quarz

Beim Quarz spielt die Polarität keine Rolle, allerdings ist zu beachten, dass die Unterseite des Quarzes leitend ist. **Deswegen muss er unbedingt in einigen mm Abstand von der Platine verlötet werden, da er sonst Kurzschlüsse auf der Platine verursachen würde!**



8 Spulen

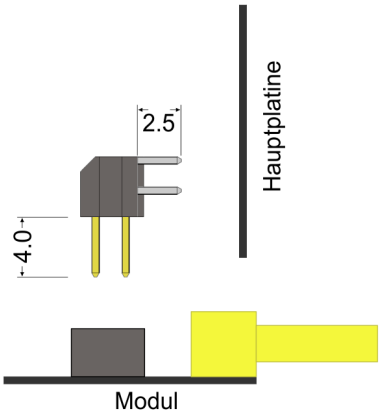
Spulen werden analog zu Widerständen verlötet. Auch die Kennzeichnung orientiert sich an Widerständen, es sind normalerweise vier Farbringe vorhanden, wobei die ersten zwei Ziffern sind, der Dritte gibt den Multiplikator an und der Vierte die Toleranz.

Farbtabelle:

Farbe	Ziffer	Multiplikator	Toleranz ± in %
Ohne	-	-	20
Silber	-	10^{-2}	10
Gold	-	10^{-1}	5
Schwarz	0	10^{0}	-
Braun	1	10^{1}	1
Rot	2	10^{2}	2
Orange	3	10^{3}	-
Gelb	4	10^{4}	-
Grün	5	10^{5}	0,5
Blau	6	10^{6}	-
Violett	7	10^{7}	-
Grau	8	10^{8}	-
Weiß	9	10^{9}	-

9 Stiftleisten für Module

Die Orientierung der Stiftleisten ist wie folgt:



10 Quarzoszillator / Oszillatormodul

Beim Quarzoszillator ist Pin 1 durch eine spitze Gehäuseecke gekennzeichnet, die anderen Ecken sind abgerundet.

Die Platine des optionalen Oszillatormoduls ist genauso geformt wie ein Quarzoszillator, mit Pin 1 als spitzer Ecke.

Wird der Oszillator falsch herum eingesetzt, verursacht er einen Kurzschluss, der zu Schäden führen kann! Dies gilt insbesondere für das Oszillatormodul, welches durch verpolten Einbau zerstört wird!

Aufbau

Allgemeine Hinweise

Um die Möglichkeit, dass nach dem Zusammenbau etwas nicht funktioniert, zu minimieren, sollte man gewissenhaft und sauber arbeiten. Kontrollieren Sie jeden Schritt, jede Lötstelle zweimal, bevor Sie weiter machen! Halten Sie sich an die Bauanleitung. Haken Sie jeden Schritt doppelt ab: einmal fürs Bauen, einmal fürs Prüfen.

Nehmen Sie sich Zeit - Fehler zu suchen dauert um ein Vielfaches länger, als sie durch sorgfältiges Arbeiten zu vermeiden.

Eine häufige Ursache für das nicht Funktionieren der Schaltung ist ein Bestückungsfehler wie verkehrt herum eingesetzte Bauteile wie ICs, Dioden und Elkos. Beachten Sie auch unbedingt die Farbringe der Widerstände, da manche leicht verwechselbare Farbringe haben.

Achten Sie auch auf die Kondensator-Werte, z. B. ist n10 = 0,10nF = 100 pF und nicht 10 nF. Achten Sie auch darauf, dass alle IC-Beinchen wirklich in der Fassung stecken. Es passiert sonst leicht, dass sich eines beim Einstecken umbiegt.

Achten Sie darauf, auf kalte Lötstelle zu prüfen. Diese entstehen entweder, wenn die Lötstelle nicht richtig erwärmt wurde, sodass das Lötzinn mit den Leitungen keinen richtigen Kontakt hat (das Zinn "klebt" an den Leitungen), oder wenn man beim Abkühlen die Verbindung gerade im Moment des Erstarrens bewegt hat. Derartige Fehler erkennt man meistens am matten Aussehen der Lötstelle (bei bleihaltigem Lötzinn). Dann muss die Lötstelle noch mal nachgelötet werden.

Montage

Beginnen Sie mit dem Verlöten der Bauteile auf der Bestückungsseite. **Alle Bauteile, die keinen Stern * in der Bezeichnung haben, werden auf die Seite der Platine gesteckt, auf der sich der Bestückungsdruck befindet.** Wenn Sie den IC-Sockel verlötet haben, warten Sie mit dem Einstecken von IC1 noch, bis die Montage abgeschlossen ist.

Nachdem Sie alle Bauteile, die auf der Bestückungsseite montiert werden sollen, verlötet haben, kontrollieren Sie bitte sorgfältig auf Kurzschlüsse, schlechte/kalte Lötstellen und falsch montierte Bauteile. **Da das Display die Lötstellen verdecken wird, sobald es montiert ist, lassen sich Fehler danach nur durch das zeitaufwendige Auslöten des Displays beheben!** Beachten Sie auch unbedingt die Hinweise auf der vorherigen Seite!

Danach werden die Bauteile mit einem Stern * in der Bezeichnung (das Display, Potentiometer, die BNC Buchse sowie die Printtaster) auf die gegenüberliegende Seite montiert.

Um das Display zu befestigen, stecken Sie erst die 16-polige Stiftleiste in die Platine. Legen Sie das Display so darauf, dass die Kontakte der Stiftleiste in den Löchern der Displayplatine stecken. Verschrauben Sie das Display mit den mitgelieferten Abstandsbolzen und Schrauben mit der Platine. Jetzt können Sie die Stiftleiste mit der Platine und dem Display verlöten. Orientieren Sie sich an den Bildern auf der nächsten Seite.

Ist der Zusammenbau abgeschlossen, stecken Sie IC1 (MPU) in den Sockel. Achten Sie auf die richtige Einbaulage, die Kerbe muss mit der Kerbe des Sockels und des Bestückungsdruckes übereinstimmen!

Einbau der Module

Kanal B / PWR (Leistungsmesser)

Die Module sind bei Lieferung bereits fertig aufgebaut und getestet, sodass sie nur noch auf die jeweiligen Stiftleisten aufgesteckt werden müssen. Die Positionen der entsprechenden Buchsenleisten sind jeweils so gewählt, dass jedes Modul nur auf seine Stiftleiste passt. Achten Sie darauf, das Modul nicht versehentlich eine Reihe zu weit auf die Stiftleiste zu stecken - es könnte beim Einschalten beschädigt werden!

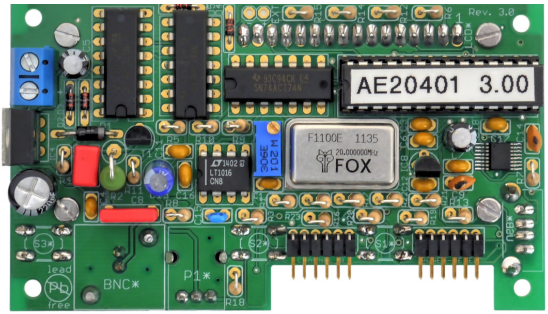
Die Module dürfen nur mit einem Gehäuse verwendet werden!

Wird nicht das optional erhältliche Gehäuse verwendet, muss der Einbau in ein anderes, geeignetes Gehäuse erfolgen. Die SMA Eingangsbuchsen der Module müssen mit den beiden mitgelieferten Schrauben fest mit der Frontplatte verschraubt sein, bevor Messleitungen angeschlossen werden! Die Stift-/Buchsenleiste darf keiner starken mechanischen Beanspruchung ausgesetzt werden.

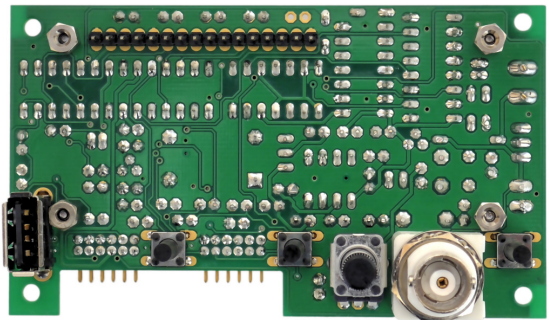
1ppm TCXO Oszillatormodul

Das Oszillatormodul wird anstelle des Quarzoszillators verlötet, die Größe und Pinbelegung ist identisch.

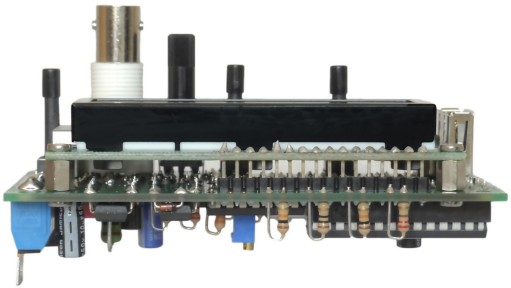
Bestückungsseite, fertig montiert



Lötseite, fertig montiert, ohne Display



Display Montage



Abgleich

Der Abgleich des Eingangsverstärkers muss einmalig nach dem Aufbau durchgeführt werden. Vom korrekten Abgleich hängt das Erreichen der maximalen Empfindlichkeit der Kanäle A/C ab. **Lassen Sie das Gerät vor dem Abgleich mindestens 30 min warmlaufen!**

Für den Abgleich wird eine Signalquelle sowie ein Oszilloskop mit einem x10 Tastkopf benötigt. Ersatzweise kann dieser mit einem Multimeter erfolgen, dabei wird jedoch u. U. nicht die maximale Empfindlichkeit erreicht.

Mit Oszilloskop

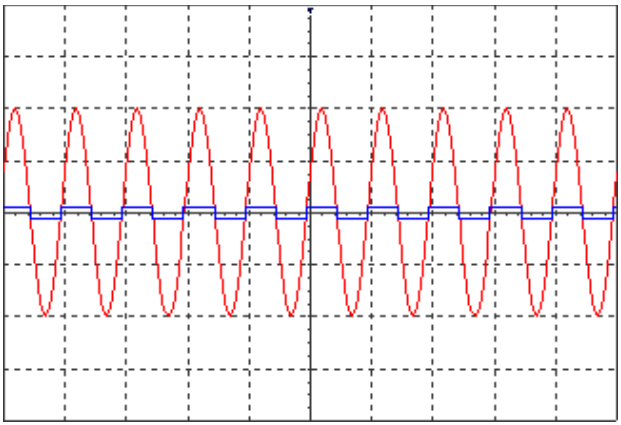
Vergewissern Sie sich zunächst, dass die Kopplung am Oszilloskop auf DC eingestellt ist.

Es ist empfehlenswert, die 20 MHz Begrenzung oder die HF Unterdrückung (HF Reject, Noise Reject o.ä.) zu aktivieren - dadurch wird das Signal sauberer dargestellt, was den Abgleich erleichtert. Beim DSO sollte Average-Mode aktiviert werden.

Verbinden Sie nun die Signalquelle mit dem Kanal A. Optimal ist ein Sinussignal zwischen 10 kHz und 1 MHz. Die Amplitude sollte optimalerweise bei ca. 100 mVpp liegen.

Messen Sie mit dem Tastkopf (falls x1/x10 wählbar, muss x10 eingestellt sein! x1 Tastköpfe sind für den Abgleich nicht geeignet) an Pin 3 von IC6. Sie sehen das Eingangssignal mit veränderter Amplitude (im nachfolgenden Bild rot dargestellt). Verändern Sie nun die horizontale Position des Signals so, dass es symmetrisch zur Mittellinie liegt, wie im Bild.

Die horizontale Position darf nun nicht mehr geändert werden! Messen Sie nun an Pin 2 von IC6. Sie sehen ein Rechtecksignal mit kleiner Amplitude, wie im Bild blau dargestellt. Mit dem Trimmer P2 können Sie die Position des Signals verändern. Stellen Sie es so ein, dass es ebenfalls symmetrisch zur Mittellinie liegt. Damit ist der Abgleich beendet.



Optimal eingestellt

Mit Multimeter

Eingang A muss dazu kurzgeschlossen sein (ein 50 Ω BNC Abschluss ist ebenfalls geeignet). Messen Sie nun die (Gleich-)Spannung zwischen Pin 2 und 3 von IC6 (**Plus** an 2, **Minus** an 3). Sie kann mit dem Trimmer P2 eingestellt werden, stellen Sie ca. 10 mV ein. Damit ist der Abgleich beendet.

Hinweis: Nach Möglichkeit ist die Methode mit dem Oszilloskop vorzuziehen.

Checkliste zur Fehlersuche

Haken Sie jeden Prüfschritt ab!

- □ Ist die Betriebsspannung richtig gepolt?
- □ Liegt die Betriebsspannung bei eingeschaltetem Gerät noch im Bereich von 8 - 12 Volt?
- □ Sind die Widerstände wertmäßig richtig eingelötet? Überprüfen Sie die Werte noch einmal nach der Farbcode-Tabelle.
- □ Sind die Dioden richtig gepolt eingelötet? Stimmt der auf den Dioden angebrachte Kathodenring mit dem Bestückungsdruck auf der Platine überein?
- □ Sind die Elektrolyt-Kondensatoren richtig gepolt? Vergleichen Sie die auf den Elkos aufgedruckte Polaritätsangabe noch einmal mit dem auf der Platine aufgebrachten Bestückungsaufdruck bzw. mit dem Bestückungsplan in dieser Bauanleitung. Beachten Sie, dass je nach Fabrikat der Elkos Plus oder Minus auf den Bauteilen gekennzeichnet sein kann!
- □ Sind die ICs polungsrichtig?
- □ Sind alle IC-Beinchen in der Fassung? Es passiert leicht, dass sich eines beim Einstecken umbiegt oder an der Fassung vorbei geht.

- □ Befindet sich eine Lötbrücke oder ein Kurzschluss auf der Lötseite? Um Leiterbahnverbindungen oder -unterbrechungen leichter feststellen zu können, halten Sie die gelötete Platine gegen das Licht und suchen von der Lötseite her danach.
- □ Ist eine kalte Lötstelle vorhanden? Prüfen Sie bitte jede Lötstelle gründlich! Prüfen Sie mit einer Pinzette, ob Bauteile wackeln! Kommt Ihnen eine Lötstelle verdächtig vor, dann löten Sie diese sicherheitshalber noch einmal nach!
- □ Prüfen Sie auch, ob jeder Lötpunkt gelötet ist; oft kommt es vor, dass Lötstellen beim Löten übersehen werden. Beim USB-Modell werden alle Lötstellen genutzt, es darf also keine frei bleiben!
- □ Messen Sie den Widerstand zwischen den beiden "Power"-Pads (Spannungsversorgung). Hier darf kein Kurzschluss bestehen!

Spannungsversorgung

Es wird eine Gleichspannung von 8-12 Volt bei max. 300 mA benötigt. Es können das optionale Steckernetzteil, Batterien oder ein sonstiges Netzteil, welches die Anforderungen erfüllt, verwendet werden.

Achtung: Wechselspannungsnetzteile (AC) sind nicht geeignet!

Hinweis: Bei der ersten Inbetriebnahme wird empfohlen, ein Labornetzgerät mit Strombegrenzung zu verwenden. Stellen Sie ca. 9 V und 300 mA ein. Dadurch können Schäden durch eventuelle Kurzschlüsse minimiert werden.

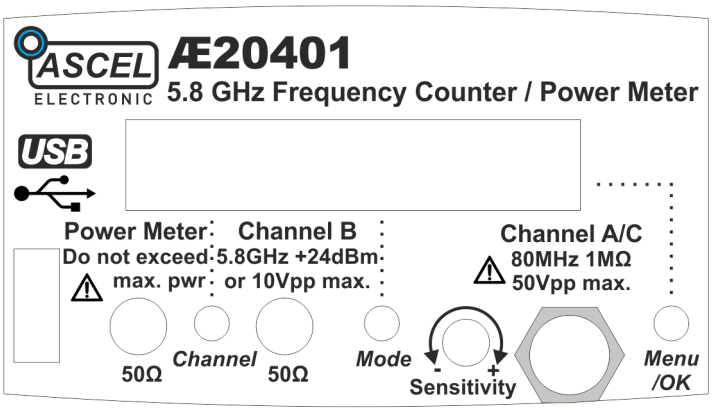
Achten Sie auf den polungsrichtigen Anschluss der Versorgungsspannung. Plus und Minus sind auf dem Bestückungsdruck gekennzeichnet.

Einbau ins Gehäuse

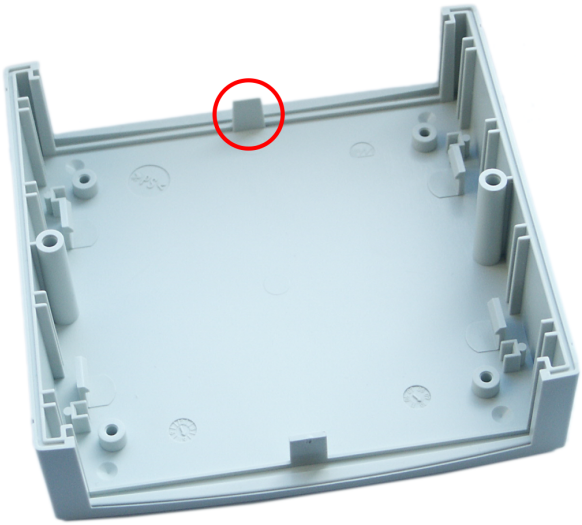
Hinweis: Hier wird der Einbau in das optional zu diesem Bausatz erhältliche Gehäuse beschrieben.

Das Gehäuse ist bereits mit allen erforderlichen Ausschnitten und Beschriftung versehen. Zur Montage stecken Sie die zum Gehäuse mitgelieferten Verlängerungen auf die Taster. Fügen Sie die Platine und die Frontplatte zusammen und stecken Sie beides in die jeweiligen Halterungen im Gehäuse. Die Platine passt genau in die Führungsschienen hinter der Frontplatte.

Die Sicherungsmutter der BNC Buchse muss wie im folgenden Bild ausgerichtet sein, da sich das Gehäuse ansonsten nicht zusammenbauen lässt.



Der im folgenden Bild markierte Plastikteil an der vorderen Seite der unteren Gehäuseschale (mit den Schraubenlöchern) sollten abgebrochen werden, da er ansonsten den optionalen Modulen im Weg ist.

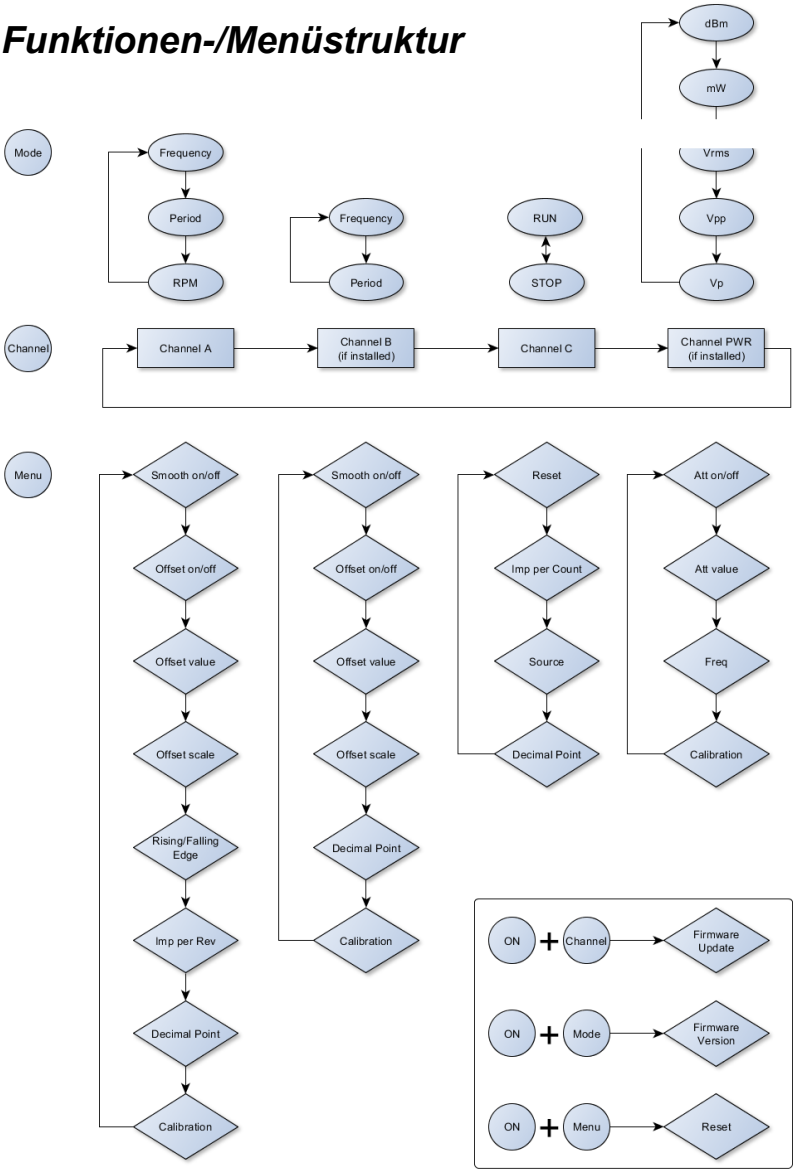


Die Cinch-Buchse wird an zwei ca. 15 cm langen Drähten verlötet. Stecken Sie danach den Draht, der zum Mittelkontakt der Buchse führt, durch das entsprechende Loch der Rückwand. Setzen Sie den Erdungsring auf und löten Sie die Drähte an die Platine.

Verschrauben Sie nach der Montage das Gehäuse mit den mitgelieferten Schrauben.

Bedienung

Funktionen-/Menüstruktur



Hinweise zur Funktion

Signale dürfen nur dann an einen der Eingänge oder die EXT-Buchse angelegt werden, wenn das Gerät eingeschaltet ist! Wird ein Signal bei ausgeschaltetem Gerät angelegt, kann der Eingang beschädigt werden, selbst wenn das Signal innerhalb der zulässigen Grenzen für diesen Eingang liegt! Ziehen Sie alle Kabel ab, bevor Sie das Gerät ausschalten.

Überschreiten Sie nicht die maximale Eingangs-spannung/-leistung! Die Eingänge können sonst beschädigt werden.

Bei offenem Eingang kann auf dem Kanal A (bei hoher Feldstärke auch B) eine Frequenz angezeigt werden. Dies ist keine Fehlfunktion, sondern das Ergebnis der hohen Empfindlichkeit zusammen mit der relativ hohen Eingangs-Impedanz von 1 MΩ. Die vorhandenen elektrischen Felder (50 Hz Netz, WLAN, DECT u.ä.) induzieren eine Spannung am Eingang, deren Frequenz gemessen und angezeigt wird. Es handelt sich um denselben Effekt, durch den ein Digitalmultimiter mit typischerweise 10 MΩ Impedanz bei offenem Eingang immer eine kleine Spannung anzeigt - hier wird ihre Frequenz angezeigt.

Achten Sie darauf, dass die verwendeten Messleitungen für die jeweilige Frequenz geeignet sind. Messungen im GHz-Bereich gelingen nur, wenn sämtliche Komponenten (Messleitungen, Adapter, Dämpfungsglieder...) für die Messfrequenz geeignet sind. So ist z.B. das weitverbreitete RG58-Koaxialkabel nicht für höhere Frequenzen geeignet!

Einschalten

Nach jedem Einschalten werden die installierten Module angezeigt. Wird das installierte Modul nicht erkannt, schalten Sie das Gerät aus und prüfen Sie, ob das Modul richtig eingesteckt wurde.

Kanal wählen

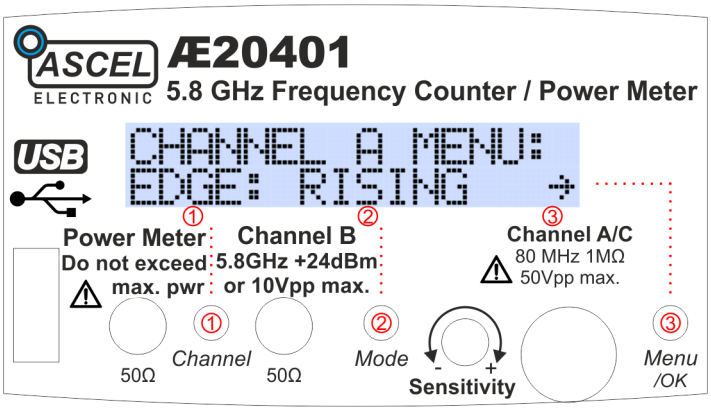
Um zum nächsten Kanal zu wechseln, drücken Sie die Taste **Channel**. Kanal B und PWR (Leistungsmesser) werden nur aktiviert, falls das entsprechende Modul installiert ist.

Messfunktion wählen

Um zur nächsten Messfunktion (z.B. Frequenz, Periode, Drehzahl bei Kanal A) oder Anzeigemodus (in dBm, Vrms, mW etc. bei Kanal PWR) zu wechseln, drücken Sie die Taste **Mode**. Bei Kanal C (Counter/Impulszähler) wird damit die Zählung gestartet und gestoppt (RUN/STOP-Modus).

Menü

Um das Menü aufzurufen, drücken Sie **Menu/OK**. Drücken Sie dann **Channel**, um zwischen den Menüoptionen durchzuschalten und **Mode**, um den Wert zu ändern oder ein Untermenü aufzurufen - z.B. zur Zahleneingabe. Grundsätzlich wird die aktive Option in der unteren Displayzeile dargestellt, die von ihrer Position zur einer Taste führende gestrichelte Linie zeigt an, mit welcher Taste diese Option geändert werden kann. Das Symbol **[→]** zeigt an, dass dort ein Untermenü oder eine Funktion (z.B. die Kalibrierung) aufgerufen werden kann.



Im Beispiel ist die Triggerflanke die aktive Option im Menü des Kanals A (1) und **RISING** der gewählte Wert. Mit der Taste **Channel** kann eine andere Option gewählt werden. Mit der Taste **Mode** kann zwischen **RISING** und **FALLING** umgeschaltet werden (2). Mit der Taste **Menu/OK** wird die Einstellung übernommen und das Menü wieder verlassen (3).

Menüs zur Zahleneingabe

In manchen Menüs muss eine Zahl eingegeben werden, z.B. der Offset. Die Eingabe findet zeichenweise statt, das jeweils aktive Zeichen blinkt. Drücken Sie **Channel**, um zum nächsten Zeichen zu wechseln und **Mode**, um den Wert um 1 zu erhöhen. Auf die 9 folgt wieder die 0. Damit man die komplette Zahl direkt eingeben kann, gibt es keinen Überlauf, auf 00090 folgt, falls die 9 aktiv ist und **Mode** gedrückt wird, 00000. Falls negative Werte möglich sind, kann das Vorzeichen mit **Mode** zwischen + und - gewählt werden.

Drücken Sie danach **Menu/OK**, um die Zahl zu übernehmen und das Menü zu verlassen.

"Neue Messung" - Anzeige

Jedes mal, wenn ein neuer Messwert verfügbar ist und angezeigt wird, blinkt der Punkt der "Neue Messung"-Anzeige kurz auf. Ausnahme ist Kanal C (Impulszähler), dort blinkt der Punkt kontinuierlich, solange der Zähler aktiv ist (sich im RUN-Modus befindet).

Kanal A

Empfindlichkeitseinstellung (Sensitivity)

Kanal A (und damit auch C, da er denselben Eingang benutzt) verfügt über eine Empfindlichkeitseinstellung, mit der die Empfindlichkeit des Eingangs reduziert werden kann.

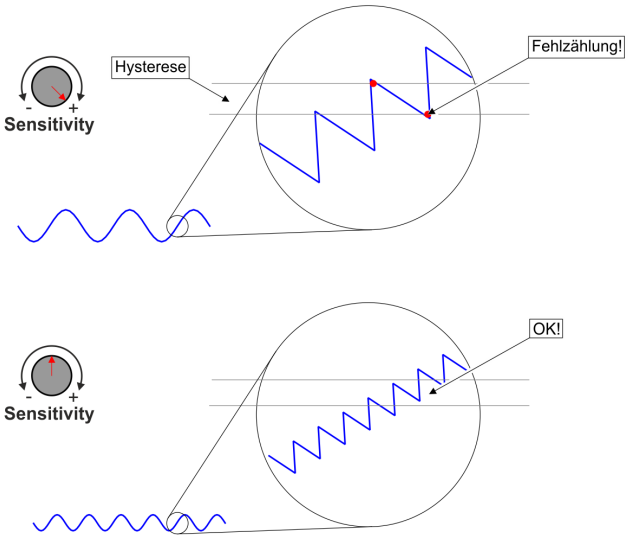
Dies kann nötig werden, falls das Nutzsignal z.B. mit hochfrequentem Rauschen oder Störartefakten/-signalen überlagert ist, deren Amplitude höher ist, als die Empfindlichkeit des Zählers.

Der Eingang hat eine Hysterese von ca. 10 mV, sodass Störungen unterhalb dieser Schwelle nicht erfasst werden. Allerdings bedeutet eine größere Unempfindlichkeit gegenüber Störungen auch eine verminderte Empfindlichkeit für kleine Nutzsignale, sodass hier ein Kompromiss gefunden werden muss. Auch wird hier vorausgesetzt, dass der Abgleich exakt durchgeführt wurde (siehe entsprechendes Kapitel).

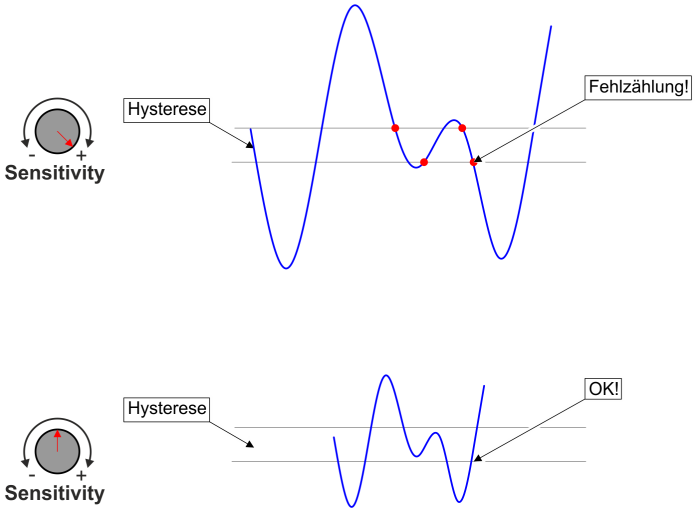
Im folgenden, ersten Beispiel würde bei maximaler Empfindlichkeitseinstellung das überlagerte Sägezahnsignal Fehlzählungen auslösen, da seine Amplitude über der Hysterese liegt (oberes Bild).

Wird die Empfindlichkeit nun verringert (unteres Bild), lösen die Störsignale keine Fehlzählungen mehr aus, das Nutzsignal kann dagegen problemlos gemessen werden.

Das zweite Beispiel zeigt dasselbe Verhalten bei einem überlagerten Signal, bei dem nur die Grundschwingung gezählt werden soll.

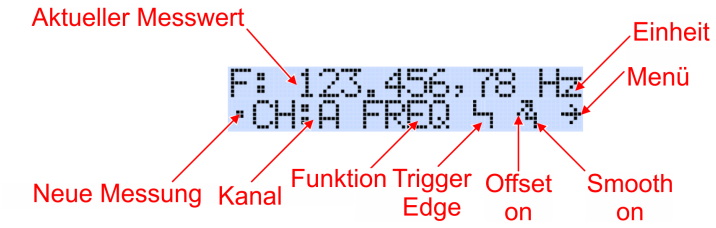


Beispiel 1: Störungen



Beispiel 2: Überlagerung

Displayanzeigen



Messfunktionen

Die verfügbaren Messfunktionen sind Frequenz (**FREQ** $[f]$), Periode (**PER** $[T]$) wobei gilt: $T=\frac{1}{f}$ sowie Drehzahl (**RPM** $[RPM]$), wobei gilt: $RPM=\frac{f}{Ip}*60$, Ip ist dabei die einstellbare Anzahl der Impulse pro Umdrehung.

Menüoptionen

Smooth [on/off] *aktiv in Modi: FREQ, PER*

Mit der Smooth-Funktion kann die Anzeige "geglättet" werden, um instabile Werte leichter ablesen zu können. Dabei wird ein gleitender Durchschnitt über die letzten vier Messungen gebildet. Eine kleine 4 zeigt an, dass die Funktion aktiviert ist.

Offset(/Scale) **[on/off]** *aktiv in Modi: FREQ*

Mit dieser Funktion kann die gemessene Frequenz mit einem eingegebenem Wert multipliziert/durch ihn dividiert werden und ein weiterer Wert kann hinzuaddiert oder subtrahiert werden, das Ergebnis wird dann angezeigt. Dabei gilt:

$$f_{Anzeige} = (f * SCALE) + VALUE$$

Um die Offset/Scale-Funktion zu nutzen, aktivieren Sie diesen Menüpunkt und geben die Werte für SCALE und VALUE in den nächsten Menüpunkten ein. Ein kleiner Pfeil zeigt an, dass die Funktion aktiviert ist.

Offset VALUE

Hier kann der VALUE-Wert für die Offset/Scale-Funktion eingegeben werden. Positive und negative Werte sind möglich.

Offset SCALE

Hier kann der SCALE-Wert für die Offset/Scale-Funktion eingegeben werden. Werte kleiner 1 sind für eine Division möglich.

Trigger **EDGE [rising/falling]** *aktiv in Modi: FREQ, PER, RPM*

Hier kann gewählt werden, ob auf die steigende oder fallende Flanke des Eingangssignals getriggert werden soll. Die aktuelle Einstellung wird im Display mit dem entsprechendem Symbol angezeigt.

IMP/REV *aktiv in Modi: RPM*

Hier kann die Anzahl der Impulse pro Umdrehung eingestellt werden. Diese Angabe wird bei der Berechnung der Drehzahl verwendet. Damit kann die Drehzahl von Drehgebern, die mehrere Impulse pro Umdrehung ausgeben, gezählt werden.

D(ecimal) **Point ["." / ","]** *aktiv in Modi: FREQ, PER, RPM*

Hier kann die Darstellung des Dezimalpunktes (und damit verbunden des Tausendertrennzeichens) gewählt werden. Abhängig von der Einstellung wird entweder das Format "123.123.123,123 Hz" oder "123,123,123.123 Hz" für die Darstellung benutzt.

Hinweis: Diese Einstellung kann aus den Menüs aller Kanäle vorgenommen werden, es wird nur ein Wert für alle Kanäle gespeichert. Ebenso wird diese Einstellung von der PC-Software für die Darstellung benutzt.

T(ime)**base CAL**(ibration)

Damit kann die Kalibrier-Routine für die Zeitbasis gestartet werden. Zur Durchführung der Kalibrierung siehe entsprechendes Kapitel.

Hinweis: Diese Funktion ist für die Kanäle A und B identisch, da beide diesselbe Zeitbasis nutzen.

Kanal B

Die Bedienung von Kanal B entspricht weitgehend der von A. Beachten Sie unbedingt die max. Eingangsspannung!

Messfunktionen

Die verfügbaren Messfunktionen sind Frequenz (**FREQ** $[f]$) und Periode (**PER** $[T]$) wobei gilt: $T=\frac{1}{f}$.

Menüoptionen

Smooth [on/off] *aktiv in Modi: FREQ, PER*

Wie Kanal A

Offset(/Scale) **[on/off]** *aktiv in Modi: FREQ*

Wie Kanal A

Offset VALUE

Wie Kanal A

Offset SCALE

Wie Kanal A

D(ecimal) **Point ["." / ","]**

Wie Kanal A

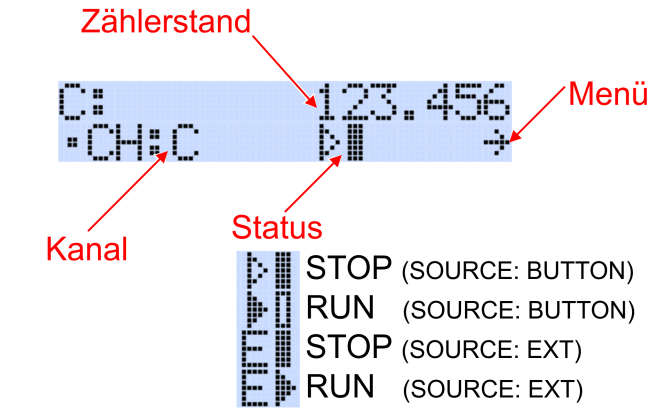
T(ime)**base CAL**(ibration)

Wie Kanal A

Kanal C (Impulszähler)

In diesem Modus kann der Kanal A als Impulszähler genutzt werden, wobei die Steuerung sowohl am Gerät (SOURCE: BUTTON) selbst als auch über den externen Eingang (SOURCE: EXT) und auch, wie alle anderen Funktionen, über die USB-Schnittstelle erfolgen kann.

Displayanzeigen



Ist SOURCE: BUTTON, kann mit der Taste **Mode** der Zähler gestartet und gestoppt werden. Der aktuelle Status wird im Display angezeigt. Bei SOURCE: EXT löst je ein Impuls (TTL) am externen Eingang die Umschaltung zwischen RUN und STOP aus.

Menüoptionen

RESET

Setzt den Zählerstand zurück auf 0.

IMP/COUNT

Hier kann eingestellt werden, wieviele Impulse als ein Zählereignis aufgefasst werden. Lösen z.B. Endschalter pro Achsbewegung zweimal aus und soll die Anzahl der Bewegungen gezählt werden, ist hier "2" einzustellen. Alle 2 Impulse wird der Zähler um 1 hochgezählt.

SOURCE [BUTTON/EXT]

Hier kann die Steuerung zwischen der Taste **Mode** und dem externen Eingang umgeschaltet werden.

Hinweis: Die Steuerung über USB ist unabhängig von dieser Einstellung immer möglich.

D(ecimal) **Point ["." / ","]**

Wie Kanal A

Kanal PWR (Power Meter/Leistungsmesser)

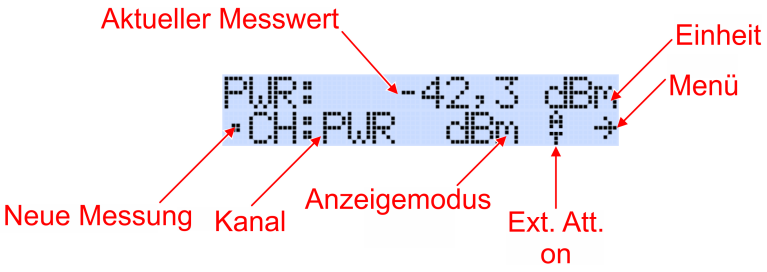
Der Kanal PWR ermöglicht es, die Leistung von Signalen im Frequenzbereich von DC bis 500 MHz / 10 MHz bis 8 GHz im Bereich von -55 dBm bis +30 / -5 dBm zu messen. Dieser Bereich kann mit externen Dämpfungsgliedern erweitert werden, deren Wert kann eingegeben und bei der Anzeige berücksichtigt werden.

Statt Messfunktionen wie bei Kanal A und B kann hier die Anzeige in dBm, Vrms, mW, Vpp und Vp mit der Taste **Mode** gewählt werden. Dabei gilt:

$$P_{mW} = 10^{\left(\frac{P_{dBm}}{10}\right)} \qquad V_{rms} = \sqrt{\left(\frac{P_{mW} * 50}{1000}\right)} \qquad V_p = V_{rms} * \sqrt{2} \qquad V_{pp} = V_p * 2$$

Achten Sie unbedingt darauf, dass die Leistung am Eingang die max. erlaubten Werte nicht überschreitet! Überlastung (selbst sehr kurzzeitige) führt zu Schäden!

Displayanzeigen



Menüoptionen

EXT(ernal) **ATT**(enuator) **[on/off]**

Hier kann das Hinzurechnen eines externen Dämpfungsglieds (Attenuator) eingeschaltet werden. Dessen Wert wird dann zum Messwert dazugezählt. Ein kleines $\frac{A}{T}$ zeigt an, dass die Funktion aktiviert ist.

EXT ATT [VALUE]

Hier kann der Wert des externen Dämpfungsgliedes in dB eingegeben werden.

FREQ(uency) **[1/100/200/300/400/500 MHz]** *(AE204015)*

FREQ(uency) **[10 MHz/1/2/3/4/5/6/7/8 GHz]** *(AE204014)*

Da die von diesen Modulen verwendeten logarithmischen Verstärker eine leichte Frequenzabhängigkeit aufweisen, kann hier die Frequenz des Eingangssignals in 100 MHz/1 GHz-Schritten eingestellt werden. Damit wird ein Korrekturfaktor für die Anzeige verwendet, der den frequenzabhängigen Fehler ausgleicht.

Hinweis: diese Korrekturfaktoren können für die verschiedenen Frequenzen im Rahmen der Kalibrierung angepasst werden, siehe dazu das Kapitel zur Kalibrierung des Leistungsmessers.

D(ecimal) **Point ["." / ","]**

Wie Kanal A

PWR CAL(ibration)

Damit kann die Kalibrier-Routine für den Leistungsmesser gestartet werden. Zur Durchführung der Kalibrierung siehe entsprechendes Kapitel.

Kalibrierung

Mit der Kalibrierung kann die Genauigkeit der Zeitbasis und des Leistungsmessers, bei vorliegen von genauen Referenzen, weiter verbessert werden. **Lassen Sie das Gerät vor der Kalibrierung mindestens 30 min warmlaufen!**

Zeitbasis (Kanal A/B)

Die Kalibrierung der Zeitbasis ist auf zwei Arten möglich: durch die direkte Eingabe eines Korrekturfaktors in ppm (parts per million) oder bei vorliegen einer genauen 10 MHz Referenz automatisch. Nach dem Start der Kalibrier-Routine aus dem Menü von Kanal A oder B wird "CAL. SELECT" im Display angezeigt. Drücken Sie nun **Channel** für die manuelle Eingabe oder **Mode** für die Kalibrierung mit Referenzsignal.

Manuelle Eingabe

Geben Sie den Korrekturfaktor ein und drücken Sie **Menu/OK**, um den Wert zu speichern und die Kalibrier-Routine zu verlassen. Der Wert wird in 0,1 ppm eingegeben, es sind sowohl positive als auch negative Werte möglich. Bei einem 10 MHz Signal entsprechen +0,1 ppm +1 Hz.

Automatische Kalibrierung mit Referenzsignal

Es wird "CONNECT 10MHz > A" angezeigt. Schließen Sie das 10 MHz Signal an den Eingang A an und drücken Sie **Menu/OK**. Während der Kalibrierung wird "CALIBRATION..." angezeigt. War die Kalibrierung nicht erfolgreich, z.B. weil kein gültiges Signal erkannt wurde, wird "CAL ERROR, VALUE NOT SAVED!" angezeigt, ansonsten "CALIBRATION DONE VALUES SAVED". Drücken Sie **Menu/OK** um die Kalibrier-Routine zu verlassen.

Hinweis: Es gibt nur einen Kalibrierwert, nach der automatischen Kalibrierung wird ein evtl. manuell eingegebener Wert überschrieben.

Leistungsmesser

Für die Kalibrierung wird eine genaue Signalquelle benötigt, die die Einstellung von Leistung und Frequenz ermöglicht.

Die Kalibrierung besteht aus zwei Teilen: die absoluten Werte sowie die Korrekturfaktoren für die Frequenz, die im Menü unter **FREQ** eingestellt werden kann.

Nach dem Start der Kalibrier-Routine wird "CONNECT xx dBm" (Wert hängt vom Modul ab) angezeigt. Schließen Sie nun ein Signal mit 1 MHz / -20 dBm (AE204015) oder 10 MHz / -40

dBm (AE204014) an und drücken Sie **Menu/OK**. Während der Kalibrierung wird "CALIBRATION:..." angezeigt. Als Nächstes wird "CONNECT xx dBm" angezeigt, stellen Sie ein Signal von 1 MHz / +10 dBm (AE204015) oder 10 MHz / -10 dBm (AE204014) ein und drücken Sie **Menu/OK**. War die Kalibrierung nicht erfolgreich, z.B. weil das Signal außerhalb der max. Grenzen für die Kalibrierung lag oder kein Signal erkannt wurde, wird "CAL ERROR, VALUE NOT SAVED!" angezeigt, ansonsten "CALIBRATION DONE VALUES SAVED". Drücken Sie **Menu/OK** um zum zweiten Teil zu wechseln. Nun wird mehrfach "CONNECT xx dBm yy MHz" angezeigt. Stellen Sie die jeweils angezeigte Frequenz/Leistung ein und drücken Sie **Menu/OK**. Am Ende wird wieder die erfolgreiche Kalibrierung oder ein Fehler angezeigt. Drücken Sie **Menu/OK** um die Kalibrier-Routine zu verlassen.

Reset auf Werkseinstellungen

Die meisten Einstellungen wie z.B. Offset Value/Scale, IMP/RPM oder Ext. Att. Value, ebenso wie die Kalibrierwerte für Zeitbasis und Leistungsmesser werden dauerhaft gespeichert und stehen auch nach dem Aus- und Wiedereinschalten zur Verfügung. Um sämtliche gespeicherten Werte zu löschen und die Werkseinstellungen wiederherzustellen, halten Sie beim Einschalten die Taste **Menu/OK** gedrückt. "LOADING DEFAULTS" wird angezeigt und die gespeicherten Werte werden gelöscht.

Firmware-Version anzeigen

Um die Firmware-Version anzeigen zu lassen, halten Sie beim Start die Taste **Mode** gedrückt.

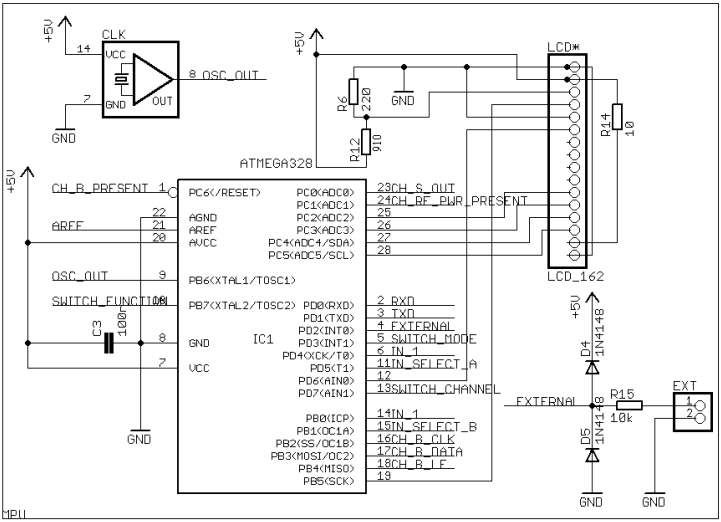
Hinweis: Die Firmware-Version wird auch von der PC-Software angezeigt.

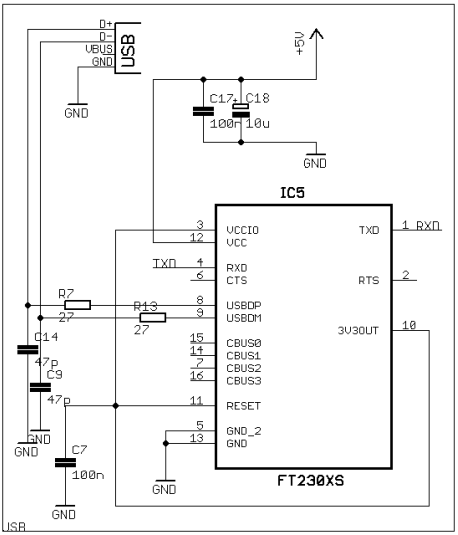
Firmware Update

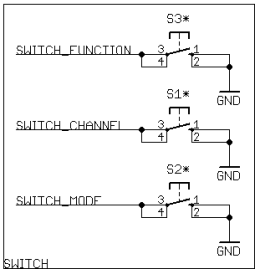
Um eine neue Firmware einzuspielen, halten Sie beim Start die Taste **Channel** gedrückt. "FIRMWARE UPDATE" wird angezeigt. Verbinden Sie das Gerät nun mit dem PC und benutzen Sie das *Ascel Firmware Update Utility* um die Firmware zu aktualisieren.

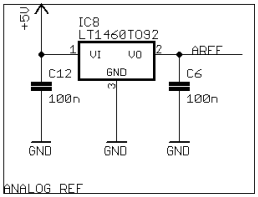
Schaltplan

Teil 1/2

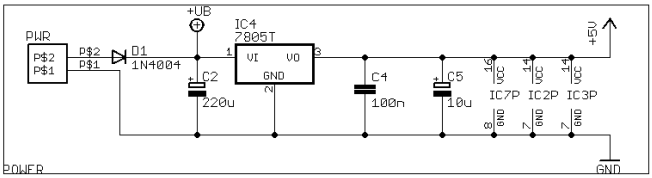


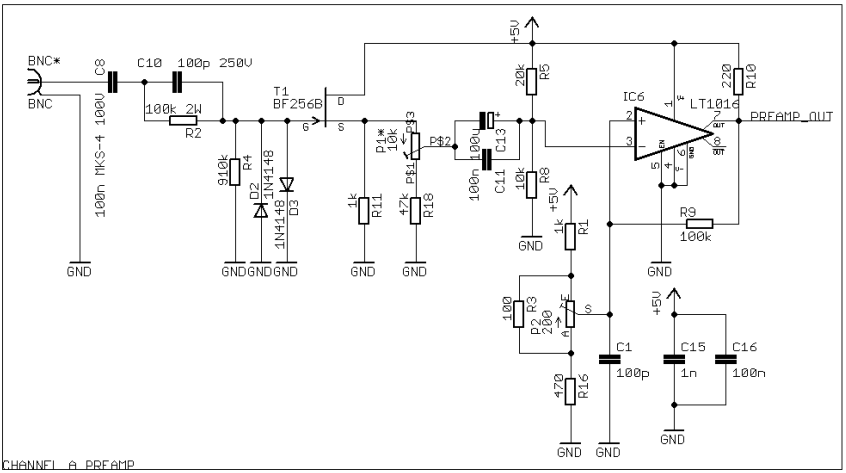


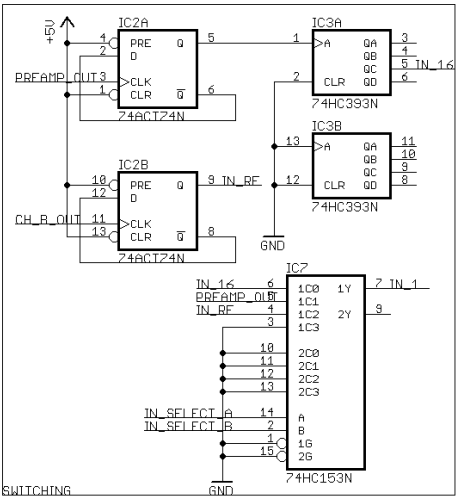


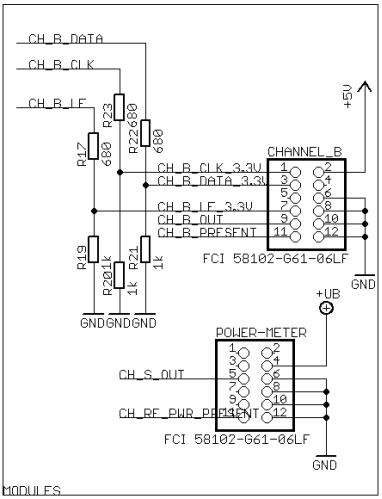


Teil 2/2


+UB
PWR
P$2
P$1
D1
1N4004
IC4
7805T
VI
VO
GND
C2
220u
C4
100n
C5
10u
IC7P
IC2P
IC3P
+5V
VCC
GND
POWER
GND


BNC*
BNC
C8
100n MKS-4 100V
C10
100p 250V
100k 2W
R2
T1
BF256B
D
G
S
910k
R4
D2
1N4148
D3
1N4148
1k
R11
P1*
10k
47k
R18
P$3
P$2
100n
C11
100u
C13
10k
R8
20k
R5
+5V
IC6
LT1016
220
R10
PREAMP_OUT
R9
100k
1k
R1
100
P2
200
R3
C1
100p
C15
1n
C16
100n
470
R16
GND
CHANNEL A PREAMP


+5V
IC2A
PRE
D
CLK
CLR
Q
74ACT74N
PREAMP_OUT
IC3A
IC3B
74HC393N
IN_16
IC2B
IN_RF
CH_B_OUT
GND
IC7
1C0
1C1
1C2
1C3
2C0
2C1
2C2
2C3
1Y
2Y
A
B
1G
2G
IN_SELECT_A
IN_SELECT_B
74HC153N
SWITCHING


CH_B_DATA
CH_B_CLK
CH_B_LF
R23
22600
680
R17
680
CHANNEL_B
CH_B_CLK_3.3V
CH_B_DATA_3.3V
CH_B_LF_3.3V
CH_B_OUT
CH_B_PRESENT
FCI 58102-G61-06LF
R19
201k
R21
1k
GND
+UB
POWER-METER
CH_S_OUT
CH_RF_PWR_PRESENT
MODULES

Stückliste

Stück	Bauteil(e)	Wert
7	C3, C4, C6, C11, C12, C16	100nF
1	C1	100pF Keramik
1	C10	100pF Folie
1	C8	100nF Folie
1	C15	1nF
1	C5	10µF ELKO
1	C13	100µF ELKO
1	C2	220µF ELKO
5	R1, R11, R19, R20, R21	1KΩ
1	R2	100KΩ 2W
1	R3	100Ω
1	R4	910KΩ
1	R5	20KΩ
2	R6, R10	220Ω
1	R12	910Ω
2	R8, R15	10KΩ
1	R9	330KΩ
1	R14	10Ω
1	R16	470Ω
3	R17, R22, R23	680Ω

Fortsetzung: nächste Seite

1	R18	47KΩ
1	IC1	IC-Sockel 28Pol. / MPU
1	IC2	74ACT74 Quad Flip-Flop
1	IC3	74HC393 Dual 4-bit Counter
1	IC4	7805 Festspannungsregler
1	IC6	LT1016 Komparator
1	IC7	74HC153 Multiplexer
1	IC8	LT1460 2.5V Referenz
1	P1*	ALPS Potentiometer 10K
1	P2	Einstelltrimmer 200Ω
1	D1	1N4007 Diode
4	D2, D3, D4, D5	1N4148 Diode
1	T1	BF256A JFET
1	EXT	Cinch-Buchse
1	PWR	Anschlussklemme Spannungsversorgung
1	BNC*	BNC Buchse
2	CHANNEL_B, POWER-METER	2x6 Stiftleiste Rechtwinklig
1	LCD*	2x16 Dot-Matrix LCD
3	S1*, S2*, S3*	Printtaster
1	CLK	Oszillator 20 MHz **oder** 1 ppm TCXO Oszillatormodul

Fortsetzung: nächste Seite

Nur USB-Variante:

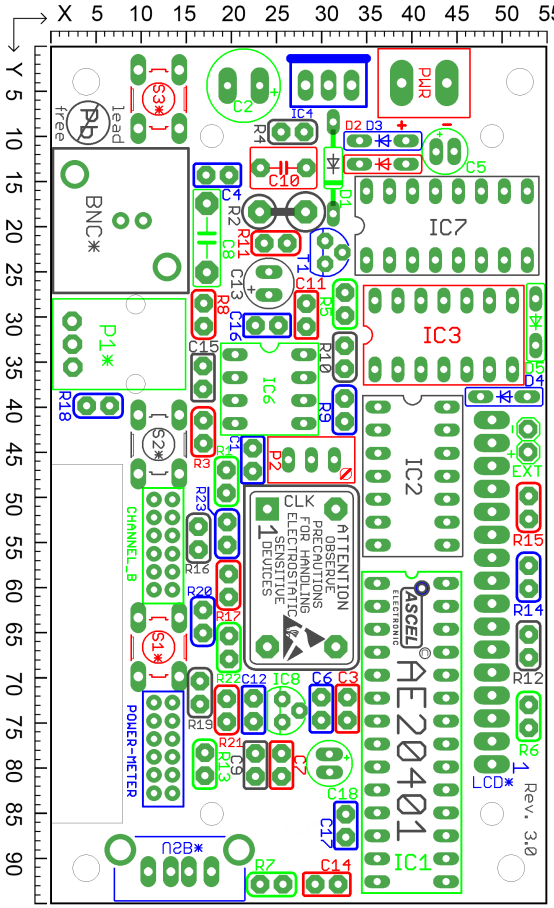
1	*IC5*	*FT230X USB UART Interface (vorbestückt)*
2	C7, C17	100nF
2	C9, C14	47pF
2	R7, R13	27Ω
1	C18	10µF ELKO
1	USB*	USB-A Printbuchse

Sonstiges:

- Platine
- 4 Abstandsbolzen und 8 M2,5 Schrauben zur Displaymontage
- *Module (optional)*
- *Gehäuse (optional) incl. 3 Verlängerungskappen für Taster*
- *Netzteil (optional)*

Hinweis: Bauteile mit einem Stern * im Namen werden auf die gegenüberliegende Platinenseite montiert. Siehe Kapitel "Aufbau".

Bestückungsplan



(X x Y)

C1 (22x46)	P1* (2x33)
C2 (21x4)	P2 (29x47)
C3 (33x73)	PWR (44x4)
C4 (19x14)	R1 (20x48)
C5 (44x12)	R2 (26x18)
C6 (30x73)	R3 (17x43)
C7 (26x80)	R4 (27x10)
C8 (17x21)	R5 (33x29)
C9 (23x80)	R6 (53x74)
C10 (26x13)	R7 (25x93)
C11 (28x30)	R8 (17x30)
C12 (22x73)	R9 (33x40)
C13 (24x26)	R10 (33x34)
C14 (31x93)	R11 (25x22)
C15 (17x37)	R12 (53x66)
C16 (24x31)	R13 (17x80)
C17 (33x86)	R14 (53x59)
C18 (31x79)	R15 (53x51)
CLK (28x59)	R16 (16x54)
D1 (31x14)	R17 (20x60)
D2 (37x13)	R18 (5x40)
D3 (37x11)	R19 (17x72)
D4 (50x39)	R20 (17x64)
D5 (54x31)	R21 (20x74)
EXT (53x44)	R22 (20x67)
IC1 (40x76)	R23 (20x54)
IC2 (40x48)	S1* (12x67)
IC3 (44x32)	S2* (12x44)
IC4 (31x4)	S3* (12x6)
IC5 (27x87)	T1 (30x23)
IC6 (24x38)	BNC* (8x19)
IC7 (44x20)	LCD* (33x48)
IC8 (26x74)	

Hinweis: Bauteile mit Stern im Namen werden auf der gegenüberliegenden Platinenseite montiert. Beachte dazu Kapitel "Aufbau."

Hinweis: Um die Zuordnung der Bauteile zu den Bezeichnern zu erleichtern, sind die Bauteile und die jeweiligen Bezeichnungen farbig markiert.

Dateninterface

Der AE20401 Frequenzzähler/Power Meter verfügt optional über eine USB-Schnittstelle, über die er gesteuert werden kann und die Messwerte ausgelesen werden können. Über die USB-Schnittstelle wird ein virtueller Com-Port emuliert, sodass eigene Programme leicht implementiert werden können.

Systemanforderungen

USB-Interface:

- MS Windows®[1]98/ME/2000/XP/Vista/7/8/
  Server 2003/Server 2008/Server 2008 R2/
  Server 2012/Server 2012 R2
  x86/x64
- Mac OS X®
- Linux

PC-Software:

- MS Windows mit .NET® -Framework ab Version 4.0

1 *Alle Marken- und Produktnamen sind Marken oder eingetragene Marken der jeweiligen Markeninhaber.*

USB Treiberinstallation

Der Treiber für den virtuellen Com-Port muss vor der Benutzung der Software installiert werden. Sie finden die Treiber für alle unterstützten Betriebssysteme im Verzeichnis "Driver". Starten Sie die Installation und folgen Sie den Bildschirmanweisungen.

Hinweis: Neuere Windows Betriebssysteme (ab Windows 7) können den Treiber nach dem Anschluss des Geräts automatisch installieren, falls eine Internetverbindung vorhanden ist.

Hinweis: Sie können unter Windows die Nummer des Com-Ports ändern, die nach dem ersten Anschließen automatisch vergeben wird. Wählen Sie dafür unter Systemsteuerung / Geräte-Manager den Port aus, unter Eigenschaften / Anschlusseinstellungen / Erweitert können Sie eine neue Nummer vergeben. Die Nummer bleibt auch beim späteren Anschließen des Gerätes erhalten.

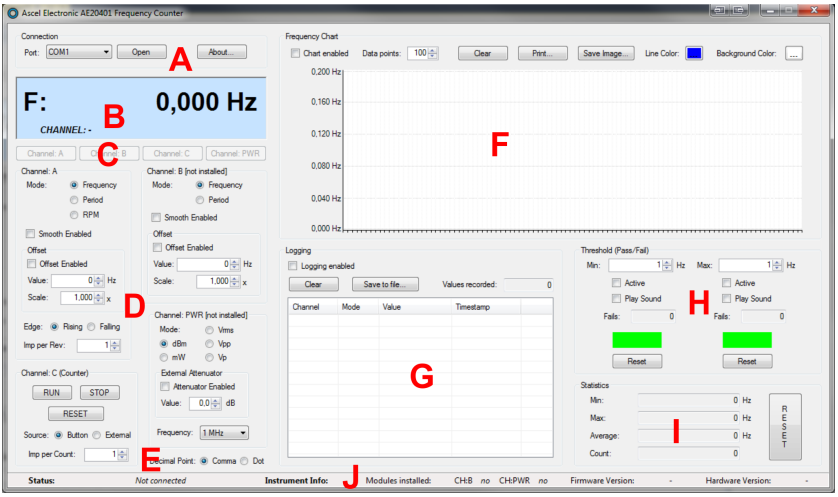
Installation der Software

Sie finden die Software im Verzeichnis "Software". Starten Sie zur Installation setup.exe und folgen Sie den Anweisungen. Im Verzeichnis "Portable Software" finden Sie eine direkt ausführbare exe-Datei, die keine Installation benötigt.

Hinweis: Das .NET® -Framework muss mindestens in der Version 4.0 installiert sein. Sie finden es ebenfalls auf der CD.

Hinweis: Bei der allerersten Verbindung zum Gerät wird der USB-Treiber initialisiert. Das Programm reagiert während einiger Sekunden nicht auf Eingaben.

Screenshot der PC-Software



Bedienung der PC-Software

Wählen Sie zunächst unter **A** den richtigen Com-Port aus und klicken dann auf "Open". Die Verbindung wird hergestellt. Das Display **B** zeigt den Messwert analog zum Gerätedisplay an. Mit den Buttons **C** können Sie den Kanal wechseln. Der für den jeweils aktuellen Kanal aktive Bereich bei **D** erlaubt die Bedienung, die Funktionen entsprechen denen am Gerät selbst. Mit **E** können Sie den Dezimalpunkt/Tausendertrennzeichen wählen. Sie können die Frequenz als Graph mit **F** anzeigen lassen, dieser kann als Bild gespeichert und gedruckt werden. **G** erlaubt es, alle Messwerte zu protokollieren und als Datei zu speichern. Mit **H** können Min/Max-Werte eingegeben werden, deren Überschreitung angezeigt wird (Pass/Fail). **I** zeigt verschiedene Statistiken an, **J** Informationen zum Gerät.

Technische Daten

Kanal A:

Frequenzbereich:	2 Hz - 80 MHz
Messmodi:	Frequenz, Periode, RPM
Impulse/Umdrehung (RPM):	einstellbar
Funktionen:	Offset, Smooth, Trigger Edge
Empfindlichkeit:	1 MHz: 50 mV 50 MHz: 100 mV *Sinus-Signal, in Vrms*
Eingangsimpedanz:	1 MΩ
Kopplung:	AC
Abschwächer:	einstellbar
Max. Eingangsspannung:	50 V (DC+ACpp)
Eingang:	BNC

Kanal B:

Frequenzbereich:	70 MHz - 5.8 GHz
Messmodi:	Frequenz, Periode
Funktionen:	Offset, Smooth
Empfindlichkeit:	200 MHz: 50 mV *Sinus-Signal, in Vrms*

	1 GHz: -20 dBm 3 GHz: -15 dBm 5 GHz: -5 dBm
Eingangsimpedanz:	50 Ω
Kopplung:	AC
Max. Eingangsspannung:	+24 dBm (10 Vpp)
Eingang:	SMA

Zeitbasis:

Genauigkeit (Standard):	50 ppm
Genauigkeit (TCXO-Option):	1 ppm
Kalibrierbar:	ja

Kanal C (Impulszähler):

Frequenzbereich:	2 Hz - 5 MHz (50% duty)
Empfindlichkeit:	wie Kanal A
Max. Zählwert:	4.294.967.296
Impulse/Count:	einstellbar
Eingangsimpedanz:	1 MΩ
Kopplung:	AC
Abschwächer:	einstellbar
Max. Eingangsspannung:	50 V (DC+ACpp)
Externer Eingang:	TTL 5V

Kanal PWR (Leistungsmesser):

Anzeige in:	dBm, mW, Vrms, Vp, Vpp
Funktionen:	externes Dämpfungsglied
Eingangsimpedanz:	50 Ω
Auflösung:	0.1 dBm
Kalibrierbar:	ja
Eingang:	SMA
AE204015:	
Frequenzbereich:	DC - 500 MHz
Messbereich:	-55 dBm - +30 dBm
Max. Power:	+32 dBm
AE204014:	
Frequenzbereich:	10 MHz - 8 GHz
Messbereich:	-55 dBm - -5 dBm
Max. Power:	+10 dBm

Allgemeines:

Anzeige:	2x16 Zeichen Dot-Matrix
PC-Schnittstelle:	USB (Option)
Betriebsspannung:	8-12V DC
Stromverbrauch:	max. 3W
Temperatur:	+5° C - +40° C,
Luftfeuchtigkeit:	<85% nicht kondensierend

Format der Datenschnittstelle

Format: <ECN>:<CODE>:<DATA>:;

<ECN> 401 – Device Identification Number. It is always 401 for this device.

Example: 401:F:0:; Set Channel A Mode to FREQ

Code	DIR	Function	Value (DATA)
A	→	Frequency Channel A	in nHz*
B	→	Frequency Channel B	in uHz*
C	→	Counter Channel C	in Count
D	→	Power Channel PWR	in 0.1dBm
E	↔	Current Channel	0 = A, 1 = B, 2 = C, 3 = PWR
F	↔	Channel A: Mode	0 = FREQ, 1 = PER, 2 = RPM
G	↔	Channel A: Rising/Falling Edge	0 = Rising, 1 = Falling
H	↔	Channel A: Smooth Enabled?	0 = FALSE, 1 = TRUE
I	↔	Channel A: Offset Enabled?	0 = FALSE, 1 = TRUE
J	↔	Channel A: Offset Value	in Hz
K	↔	Channel A: Offset Scale	in x0.001
L	↔	Channel A: Imp/Rev	in x1
M	↔	Channel B: Mode	0 = FREQ, 1 = PER
N	↔	Channel B: Smooth Enabled?	0 = FALSE, 1 = TRUE
O	↔	Channel B: Offset Enabled?	0 = FALSE, 1 = TRUE
P	↔	Channel B: Offset Value	in Hz
Q	↔	Channel B: Offset Scale	in x0.001
R	↔	Channel C: RUN/STOP	0 = STOP, 1 = RUN
S	↔	Channel C: Source	0 = INT, 1 = EXT
T	↔	Channel C: Imp/Count	in x1
U	↔	Channel PWR: Mode	0 = dBm, 1 = mW, 2 = Vrms, 3 = Vpp, 4 = Vp
V	↔	Channel PWR: Attenuator Enabled?	0 = FALSE, 1 = TRUE
W	↔	Channel PWR: Attenuator Value	in 0.1dB
X	↔	Channel PWR: Freq AE204015	0 = 1 MHz, 1 = 100 MHz, 2 = 200 MHz ...
Y	↔	Decimal Point	0 = ',' 1 = '.'
Z	←	Channel C: Reset	
1	→	Modules Installed?	0 = none, 1 = AE204017, 2 = AE204015, 3 = AE204017+AE204015, 4 = AE204014, 5 = AE204017+AE204014
2	→	Hardware Rev.	
3	→	Firmware Rev.	
4	→	Product ID	
5	↔	Channel PWR: Freq AE204014	0 = 10 MHz, 1 = 1 GHz, 2 = 2 GHz ...
6-9		*Reserved*	
0	←	Get All Settings	

PC→DEVICE send only; PC←DEVICE receive only; PC↔DEVICE send and receive
**Nr of valid counts depends on range*